

PAT-NO: JP02005263570A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2005263570 A

TITLE: OPTICAL GLASS, PREFORM FOR PRECISE PRESS-MOLDING AND PRODUCTION METHOD THEREFOR, AND OPTICAL ELEMENT AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

PUBN-DATE: September 29, 2005

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HAYASHI, KAZUTAKA	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HOYA CORP	N/A

APPL-NO: JP2004079600

APPL-DATE: March 19, 2004

INT-CL (IPC): C03C003/068, C03B011/00 , C03C003/15 , C03C003/155

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide optical glass having a refractive index (nd) of >1.82-1.86, an Abbe number (ν_d) of 30-39.5, and a low temperature softening property enabling precision press molding.

SOLUTION: The optical glass contains B_2O_5 , La_2O_5 , Gd_2O_5 and ZnO , as essential components and Li_2O and SiO_2 (wherein, the content of SiO_2 is less than 2 wt% when Li_2O is contained) as optional components and has a refractive index (nd) of >1.82-1.86, an Abbe number (ν_d) of 30-39.5, and a glass transition temperature (T_g) of $630^{\circ}C$ or lower. Another embodiment of the optical glass contains, by weight, 14-30% B_2O_3 , 10-40% La_2O_3 , 1-30% Gd_2O_3 and 6-26% ZnO as essential components and WO_3 , Ta_2O_5 , Nb_2O_5 , TiO_2 , SiO_2 , Li_2O , Na_2O , K_2O , MgO , CaO , SrO , BaO , Y_2O_3 , Yb_2O_3 , ZrO_2 , Bi_2O_3 and Sb_2O_3 as optional components and each at a specified content or lower and has a refractive index (nd) of >1.82-1.86, an Abbe number (ν_d) of 30-39.5, and a glass transition temperature (T_g) of $630^{\circ}C$ or lower.

COPYRIGHT: (C)2005,JPO&NCIPI

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2005-263570

(P2005-263570A)

(43)公開日 平成17年9月29日(2005.9.29)

(51)Int.Cl.⁷

C03C 3/068
C03B 11/00
C03C 3/15
C03C 3/155

F 1

C03C 3/068
C03B 11/00
C03B 11/00
C03C 3/15
C03C 3/155

テーマコード(参考)

4G062

A

B

審査請求有 請求項の数 10 O L (全 19 頁)

(21)出願番号
(22)出願日

特願2004-79600(P2004-79600)
平成16年3月19日(2004.3.19)

(71)出願人

000113263

HOYA株式会社

東京都新宿区中落合2丁目7番5号

(74)代理人

100080850

弁理士 中村 静男

(72)発明者

林 和孝

東京都新宿区中落合2丁目7番5号 HO

YA株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光学ガラス、精密プレス成形用プリフォームとその製造方法および光学素子とその製造方法

(57)【要約】

【課題】屈折率(nd)が1.82を超える1.86以下、アッペ数(vd)が30~39.5、精密プレス成形が可能な低温軟化性を有する光学ガラスを提供する。

【解決手段】必須成分としてB₂O₅、La₂O₅、Gd₂O₅およびZnOを、任意成分としてLi₂O、SiO₂(ただし、Li₂Oを含む場合には、SiO₂の含有量は2重量%未満)を含み、屈折率(nd)が1.82を超える1.86以下、アッペ数(vd)が30~39.5であり、かつガラス転移温度(Tg)が630℃以下である光学ガラス、および必須成分として、重量%表示で、B₂O₅ 14~30%、La₂O₃ 10~40%、Gd₂O₃ 1~30%、ZnO 6~26%を含むと共に、任意成分として、WO₃、Ta₂O₅、Nb₂O₅、TiO₂、SiO₂、Li₂O、Na₂O、K₂O、MgO、CaO、SrO、BaO、Y₂O₃、Yb₂O₃、ZrO₂、Bi₂O₃、Sb₂O₃を、それぞれ所定の値以下の割合で含み、屈折率(nd)が1.82を超える1.86以下、アッペ数(vd)が30~39.5であり、かつガラス転移温度(Tg)が630℃以下の光学ガラスである。

10

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

必須成分として B_2O_5 、 La_2O_5 、 Gd_2O_5 および ZnO を、任意成分として Li_2O 、 SiO_2 （ただし、 Li_2O を含む場合には、 SiO_2 の含有量は 2 重量 % 未満）を含み、屈折率（nd）が 1.82 を超え 1.86 以下、アッベ数（vd）が 30～39.5 であり、かつガラス転移温度（Tg）が 630℃ 以下であることを特徴とする光学ガラス。

【請求項 2】

重量 % 表示で、

B_2O_3	14～30 %、
La_2O_3	10～40 %、
Gd_2O_3	1～30 %、
ZnO	6～26 %、
WO_3	0～20 %、
Ta_2O_5	0～20 %、
Nb_2O_5	0～10 %、
TiO_2	0～8 %、
SiO_2	0～10 %、

10

（ただし、 Li_2O の含有量が 0 % 超の場合には、 SiO_2 の含有量は 2 % 未満）、

Li_2O	0～5 %、
Na_2O	0～5 %、
K_2O	0～5 %、
MgO	0～5 %、
CaO	0～5 %、
SrO	0～5 %、
BaO	0～5 %、
Y_2O_3	0～10 %、
Yb_2O_3	0～10 %、
ZrO_2	0～10 %、
Bi_2O_3	0～10 %、
Sb_2O_3	0～1 %、

20

を含み、屈折率（nd）が 1.82 を超え 1.86 以下、アッベ数（vd）が 30～39.5 であり、かつガラス転移温度（Tg）が 630℃ 以下であることを特徴とする光学ガラス。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の光学ガラスよりなる精密プレス成形用プリフォーム。

【請求項 4】

パイプより流出する溶融ガラスから所定重量の溶融ガラス塊を分離し、前記ガラス塊を成形して請求項 1 または 2 に記載の光学ガラスよりなるプリフォームを作製することを特徴とする精密プレス成形用プリフォームの製造方法。

40

【請求項 5】

溶融ガラスからガラスブロックを成形し、前記ガラスブロックを加工して請求項 1 または 2 に記載の光学ガラスよりなるプリフォームを作製することを特徴とする精密プレス成形用プリフォームの製造方法。

【請求項 6】

請求項 1 または 2 に記載の光学ガラスよりなる光学素子。

【請求項 7】

請求項 3 に記載のプリフォームを加熱し、精密プレス成形することを特徴とする光学素子の製造方法。

【請求項 8】

50

請求項 4 または 5 に記載の製造方法により作製されたプリフォームを加熱し、精密プレス成形することを特徴とする光学素子の製造方法。

【請求項 9】

プレス成形型とプリフォームを共に加熱し、前記成形型によりプリフォームをプレスする請求項 7 または 8 に記載の光学素子の製造方法。

【請求項 10】

予熱されたプレス成形型に、前記成形型と別に予熱されたプリフォームを導入して精密プレス成形する請求項 7 または 8 に記載の光学素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、光学ガラス、光学ガラスを精密プレス成形して光学素子を製造する際に使用する精密プレス成形用プリフォームとその製造方法、ならびに前記光学ガラスよりなる光学素子とその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

高屈折率低分散ガラスは、各種レンズなどの光学素子用材料として非常に需要が高い。このような光学恒数を備えたガラスとしては、非特許文献 1 に記載されている重タンタルフリントガラス T a S F 1 7 などが知られている。

【0003】

20

近年、デジタルカメラやビデオカメラなどの急激な普及により、部品であるガラスレンズの需要も高まっている。一方でカメラの高画素化などにより光学素子には高い性能が求められ、形状精度が高い光学素子の迅速な供給が求められている。

形状精度の高いガラス製光学素子を高い生産性のもとに供給する方法として、精密プレス成形法が知られているが、 T a S F 1 7 や N b S F 3 2 といった従来のガラスはいずれもガラス転移温度が高く、精密プレス成形には適さない。

【0004】

【非特許文献 1】小川博司、小川晋永編、日本硝子製品工業会発行、ガラス組成ハンドブック（1991年）106ページ

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、このような事情のもとで、屈折率 (n d) が 1.82 を超え 1.86 以下、アップ数 (v d) が 30 ~ 39.5、精密プレス成形が可能な低温軟化性を有する光学ガラス、前記光学ガラスからなる精密プレス成形用プリフォームとその製造方法、ならびに前記光学ガラスよりなる光学素子とその製造方法を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明者らは、前記目的を達成するために鋭意研究を重ねた結果、特定の組成、光学恒数およびガラス転移温度を有する光学ガラス、それよりなるプリフォームと光学素子により、ならびに上記プリフォームおよび光学素子の作製において、特定の製造方法を採用することにより、前記目的を達成し得ることを見出し、この知見に基づいて本発明を完成するに至った。

40

【0007】

すなわち、本発明は、

(1) 必須成分として B₂O₅、L a₂O₅、G d₂O₅ および Z n O を、任意成分として L i₂O、S iO₂（ただし、L i₂O を含む場合には、S iO₂ の含有量は 2 重量% 未満）を含み、屈折率 (n d) が 1.82 を超え 1.86 以下、アップ数 (v d) が 30 ~ 39.5 であり、かつガラス転移温度 (T g) が 630℃ 以下であることを特徴とする

50

光学ガラス（以下、光学ガラス1と称す。））、

(2) 重量%表示で、

B ₂ O ₃	14～30%
La ₂ O ₃	10～40%
Gd ₂ O ₃	1～30%
ZnO	6～26%
WO ₃	0～20%
Ta ₂ O ₅	0～20%
Nb ₂ O ₅	0～10%
TiO ₂	0～8%
SiO ₂	0～10%

10

（ただし、Li₂Oの含有量が0%超の場合には、SiO₂の含有量は2%未満）、

Li ₂ O	0～5%
Na ₂ O	0～5%
K ₂ O	0～5%
MgO	0～5%
CaO	0～5%
SrO	0～5%
BaO	0～5%
Y ₂ O ₃	0～10%
Yb ₂ O ₃	0～10%
ZrO ₂	0～10%
Bi ₂ O ₃	0～10%
Sb ₂ O ₃	0～1%

20

を含み、屈折率(n_d)が1.82を超える1.86以下、アッベ数(v_d)が30～39.5であり、かつガラス転移温度(T_g)が630℃以下であることを特徴とする光学ガラス（以下、光学ガラス2と称す。）、

(3) 上記(1)または(2)項に記載の光学ガラスよりなる精密プレス成形用プリフォーム、

(4) パイプより流出する溶融ガラスから所定重量の溶融ガラス塊を分離し、前記ガラス塊を成形して上記(1)または(2)項に記載の光学ガラスよりなるプリフォームを作製することを特徴とする精密プレス成形用プリフォームの製造方法、

(5) 溶融ガラスからガラスブロックを成形し、前記ガラスブロックを加工して上記(1)または(2)項に記載の光学ガラスよりなるプリフォームを作製することを特徴とする精密プレス成形用プリフォームの製造方法、

(6) 上記(1)または(2)項に記載の光学ガラスよりなる光学素子、

(7) 上記(3)項に記載のプリフォームを加熱し、精密プレス成形することを特徴とする光学素子の製造方法、

(8) 上記(4)または(5)項に記載の製造方法により作製されたプリフォームを加熱し、精密プレス成形することを特徴とする光学素子の製造方法、

(9) プレス成形型とプリフォームと共に加熱し、前記成形型によりプリフォームをプレスする上記(7)または(8)項に記載の光学素子の製造方法、および

(10) 予熱されたプレス成形型に、前記成形型と別に予熱されたプリフォームを導入して精密プレス成形する上記(7)または(8)項に記載の光学素子の製造方法、を提供するものである。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、屈折率(n_d)が1.82を超える1.86以下、アッベ数(v_d)が30～39.5、精密プレス成形が可能な低温軟化性を有する光学ガラス、前記光学ガラスからなる精密プレス成形用プリフォームとその製造方法、ならびに前記光学ガラスより

40

50

なる光学素子とその製造方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

(光学ガラス)

まず、本発明の光学ガラスについて説明する。

本発明の光学ガラスには、光学ガラス1および光学ガラス2の二つの態様がある。

まず、本発明の光学ガラス1は、必須成分として B_2O_3 、 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 ZnO を、任意成分として Li_2O 、 SiO_2 （ただし、 Li_2O を含む場合には、 SiO_2 の含有量は2重量%未満）を含み、屈折率（nd）が1.82を超える1.86以下、アッペ数（vd）が30～39.5であり、かつガラス転移温度（Tg）が630℃以下であることを特徴とするものである。 10

【0010】

本発明の光学ガラス1は、必須成分として B_2O_3 、 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 ZnO を含む。 B_2O_3 はガラスのネットワーク構成のために必要な成分であり、 La_2O_3 と Gd_2O_3 は高屈折率低分散特性を付与するために必要な成分であって、両成分が共存することにより、ガラスの安定性がより一層向上する。

【0011】

ZnO は、屈折率を低下させずにガラスに低温軟化性を付与するための成分である。基本的には、本発明の光学ガラス1は上記必須成分を含むことにより、屈折率（nd）が1.82を超える1.86以下、好ましくは1.821～1.86、アッペ数（vd）が30～39.5、好ましくは39.5未満、より好ましくは39.4以下、さらに好ましくは39.3以下、アッペ数（vd）の下限については好ましくは30.5以上、より好ましくは31以上という光学特性、高いガラス安定性、および精密プレス成形に好適なガラス転移温度（Tg）が630℃以下、好ましくは620℃以下、より好ましくは600℃未満という低温軟化性を実現している。 20

なお、 Li_2O を含む場合は SiO_2 の含有量は2重量%未満とする理由、光学ガラス1における好ましい組成範囲は後述の光学ガラス2において説明したものと同様である。

【0012】

次に、本発明の光学ガラス2は、重量%表示で、

B_2O_3	14～30%
La_2O_3	10～40%
Gd_2O_3	1～30%
ZnO	6～26%
WO_3	0～20%
Ta_2O_5	0～20%
Nb_2O_5	0～10%
TiO_2	0～8%
SiO_2	0～10%

30

（ただし、 Li_2O の含有量が0%超の場合には、 SiO_2 の含有量は2%未満）、

Li_2O	0～5%
Na_2O	0～5%
K_2O	0～5%
MgO	0～5%
CaO	0～5%
SrO	0～5%
BaO	0～5%
Y_2O_3	0～10%
Yb_2O_3	0～10%
ZrO_2	0～10%
Bi_2O_3	0～10%

40

50

Sb_2O_3 0～1%、を含み、屈折率 (n_d) が 1.82 を超え 1.86 以下、アッベ数 (v_d) が 30～39.5 であり、かつガラス転移温度 (T_g) が 630℃ 以下である光学ガラスである。

【0013】

光学ガラス 2 における組成範囲限定の理由について説明する。以下、特記しない限り、各成分の含有量は重量%表示とする。

B_2O_3 はネットワーク形成のための必須成分であるが、過剰導入によって屈折率 (n_d) が低下するため 14～30%、好ましくは 15～26%、より好ましくは 16～25% 導入する。

La_2O_3 は高屈折率低分散特性を付与するための必須成分であるが、過剰導入によりガラス安定性が低下するので、10～40%、好ましくは 12～38%、より好ましくは 14～36% 導入する。

【0014】

Gd_2O_3 も高屈折率低分散特性を付与するための必須成分であるが、過剰導入によりガラス安定性が低下するので 1～30%、好ましくは 1～25%、より好ましくは 1～20% 導入する。先にも説明したように Gd_2O_3 は La_2O_3 と共に存することにより単独で導入したときよりもガラス安定性を向上できるという効果がある。

ZnO は高屈折率を維持しつつ、低温軟化性を付与するための必須成分であるが、過剰導入によってガラス安定性が低下するので、その導入量を 6～26%、好ましくは 7～25%、より好ましくは 8～24% とする。

【0015】

WO_3 は屈折率、ガラス安定性を向上させて液相温度を低下させる働きをする。ただし、過剰導入によりガラス安定性が低下するとともにガラスが着色する。したがって、 WO_3 の導入量を 0～20%、好ましくは 0～18%、より好ましくは 1～18% とする。

Ta_2O_5 は屈折率を高める成分であるが過剰導入により、ガラス安定性が低下するので 0～20%、好ましくは 0～18%、より好ましくは 1～18% 導入する。

Nb_2O_5 も屈折率を高める成分であるが過剰導入により、ガラス安定性が低下し、液相温度が上昇するので 0～10%、好ましくは 0～8%、より好ましくは 1～8% 導入する。

TiO_2 も屈折率を高める成分であるが過剰導入により、ガラス安定性が低下し、ガラスが着色するので 0～8%、好ましくは 0～7%、より好ましくは 1～7% 導入する。

なお、屈折率を高める上から、 WO_3 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 TiO_2 の合計量を好ましくは 10 重量% 超、より好ましくは 11 重量% 以上とする。

【0016】

SiO_2 はガラス安定性を向上させる働きをするが、過剰導入によって屈折率が低下するとともにガラス転移温度が上昇する。したがって、 SiO_2 の導入量は 0～10% とする。

なお、アッベ数 (v_d) 39.5 未満の範囲でガラスに求められる諸条件を満たしつつより一層の高屈折率化を図るために、 B_2O_3 と SiO_2 の合計量に対する B_2O_3 の量のモル比 ($\text{B}_2\text{O}_3 / (\text{B}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2)$) を 0.80～1.00 とすることが好ましい。

【0017】

Li_2O はガラス転移温度を低下させる効果が大きいが、過剰導入により屈折率が低下するとともに、ガラス安定性も低下する。したがって、 Li_2O の導入量を 0～5% とする。

ただし、 Li_2O を導入する場合は SiO_2 の導入量を 2 重量% 未満に抑えるべきである。 Li_2O 、 SiO_2 は光学ガラス 2 に導入する成分の中では比較的屈折率増加の働きが小さい成分である。前述のように、 Li_2O は低温軟化性付与成分であり、 SiO_2 はガラス安定性を向上させる成分である。低温軟化性を重視する場合は Li_2O を導入することになるが、その場合には屈折率が低下しないように SiO_2 の導入量を上記のように

10

20

30

40

50

制限する。光学ガラス2は La_2O_3 と Gd_2O_3 がガラス成分として共存することにより優れた安定性が得られるので、安定性向上成分である SiO_2 の導入量を上記のように制限できるのである。

Li_2O を含む場合の SiO_2 の導入量は、好ましくは0～1.9%、より好ましくは0～1.5%であり、好ましくは3モル%未満、より好ましくは0～2.5モル%であるが、 Gd_2O_3 が5モル%未満の場合は、安定性を高めるため、前記範囲の中で SiO_2 の量を3モル%以上にすることができる。

また、 Li_2O を含まない場合の SiO_2 の導入量は、好ましくは1～9%、より好ましくは1～8%である。

【0018】

10

Na_2O 、 K_2O は溶融性を改善させる働きがあるが、過剰導入により屈折率やガラス安定性が低下するため、それぞれの導入量を0～5%とする。

MgO 、 CaO 、 SrO も溶融性を改善させる働きがあるが、過剰導入により屈折率やガラス安定性が低下するため、それぞれの導入量を0～5%とする。

BaO は屈折率を高める働きをするが過剰導入により、ガラス安定性が低下するため、その導入量を0～5%、好ましくは0～4%、より好ましくは0～3%とする。

【0019】

20

Y_2O_3 、 Yb_2O_3 は高屈折率低分散特性を付与する働きをするが、過剰の導入によりガラス安定性が低下するため、それぞれの導入量を0～10%、好ましくは0～8%、より好ましくは0～7%とする。 Y_2O_3 や Yb_2O_3 も La_2O_3 と共に存することによって、ガラス安定性を向上させる働きを増長させる働きをする。

なお、 Lu_2O_3 は高価な成分なので、使用しないことが好ましい。

ZrO_2 は屈折率を高める働きをするが、過剰導入によりガラス安定性が低下し、液相温度が上昇する。そのため、導入量を0～10%、好ましくは0～8%、より好ましくは1～8%とする。

Bi_2O_3 は屈折率を高め、ガラス安定性を向上する働きをするが、過剰導入によりガラスが着色するので導入量を0～10%、好ましくは0～7%、より好ましくは0～5%とする。

【0020】

30

なお、本発明の目的を達成しつつ、上記性質をより良好にする上から、上記各成分に清澄剤を加えた合計量を95%超とすることが好ましく、98%超とすることがより好ましく、99%超とすることがさらに好ましく、100%とすることがより一層好ましい。

【0021】

GeO_2 、 Ga_2O_3 は屈折率を高め、ガラス安定性を向上させる働きをするが、高価な成分であるため、その導入量をそれぞれ0～10%とすることが好ましく、0～1%とすることがより好ましく、導入しないことがさらに好ましい。

【0022】

上記成分に加えて清澄剤を合計量で0～1%加えることができる。ただし清澄剤の過剰な添加は精密プレス成形時に成形型の成形面、特に離型膜にダメージを与えるおそれがあるため注意する必要がある。

40

清澄剤としては Sb_2O_3 、 As_2O_3 などを例示できるが、環境への影響に配慮すると As_2O_3 の使用は避けるべきである。本発明においては Sb_2O_3 の好ましい導入量は0～1%である。

【0023】

F の導入も可能ではあるが、溶融ガラスを成形する際にガラスから揮発し、脈理発生や光学恒数変動の原因となるため、導入しないことが好ましい。

この他、 PbO は環境への影響、非酸化性雰囲気中で精密プレス成形する時に還元してプレス成形型の成形面に付着することから導入をさけるべきである。

また、ガラスを着色して特定波長域の光吸収機能を付与する場合は別にして、 Cu 、 Fe などを導入しないことが望ましい。さらに CdO は環境影響に考慮して排除すべきであ

50

る。

【0024】

なお、光学ガラス1、2はともにプレス成形用光学ガラス、特に精密プレス成形用光学ガラスとして好ましいものである。

(プリフォームとその製造方法)

本発明の精密プレス成形用プリフォーム（以下、プリフォームという。）は、上記光学ガラス1または2からなるものである。

プリフォームは、プレス成形品に等しい重量のガラス製成形体である。プリフォームはプレス成形品の形状に応じて適当な形状に成形されているが、その形状として、球状、回転楕円体状などを例示することができる。プリフォームは、プレス成形可能な粘度になるよう、加熱してプレス成形に供される。

上記回転楕円体形状も含め、プリフォームの形状としては回転対称軸を一つ備えるものが好ましい。このような回転対称軸を一つ備える形状としては、前記回転対称軸を含む断面において角や窪みがない滑らかな輪郭線をもつもの、例えば上記断面において短軸が回転対称軸に一致する楕円を輪郭線とするものがある。また、前記断面におけるプリフォームの輪郭線上の任意の点と回転対称軸上にあるプリフォームの重心を結ぶ線と、前記輪郭線上の点において輪郭線に接する接線とのなす角の一方の角の角度をθとしたとき、前記点が回転対称軸上から出発して輪郭線上を移動するときに、θが90°から単調増加し、続いて単調減少した後、単調増加して輪郭線が回転対称軸と交わる他方の点において90°になる形状が好ましい。

上記プリフォームには、必要に応じて離型膜などの薄膜を表面に備えていてもよい。離型膜としては炭素含有膜、自己組織化膜などを例示することができる。また、所要の光学恒数を有する光学素子のプレス成形に使用可能である。

【0025】

次に本発明のプリフォームの製造方法について説明する。

第1のプリフォームの製造方法は、パイプより流出する溶融ガラスから所定重量の溶融ガラス塊を分離し、前記ガラス塊を成形して上記光学ガラス1または2よりなるプリフォームを作ることを特徴とするものである。

この方法では、プリフォームを溶融状態のガラスが冷却する過程で成形するが、ガラスが固化した後に機械加工することなしにプリフォームとして使用可能な状態にすることができる。この方法によれば、切断、研削、研磨などの機械加工が不要という利点がある。また表面が滑らかなプリフォームを成形することもできる。さらに全表面が溶融状態のガラスが固化して形成された面であるため、滑らかで研磨による微細な傷や潜傷も存在しない表面を得ることもできる。

プリフォーム表面には、シアマークと呼ばれる切断痕のないものが望ましい。シアマークは、流出する溶融ガラスを切断刃によって切断する際に発生する。シアマークが精密プレス成形品に成形された段階でも残留すると、その部分は欠陥となってしまう。そのため、プリフォームの段階からシアマークを排除しておくことが好ましい。切断刃を用いず、シアマークが生じない溶融ガラスの分離方法としては、流出パイプから溶融ガラスを滴下する方法、あるいは流出パイプから流出する溶融ガラス流の先端部を支持し、所定重量の溶融ガラス塊を分離できるタイミングで上記支持を取り除く方法（降下切断法という。）などがある。降下切断法では、溶融ガラス流の先端部側と流出パイプ側の間に生じたくびれ部でガラスを分離し、所定重量の溶融ガラス塊を得ることができる。続いて、得られた溶融ガラス塊が軟化状態にある間にプレス成形に供するために適した形状に成形することでプリフォームが得られる。

このようにして分離された所定重量の溶融ガラス塊に風圧を加えて、浮上させながら、あるいは成形型との接触を低減するために略浮上させながら成形（浮上成形という。）することが好ましい。浮上成形によって高温のガラスと成形型の接触を低減できるので、プリフォームのカン割れを防止することができる。また全表面が自由表面からなるプリフォームを成形することもできる。

10

20

30

40

50

【0026】

第2のプリフォームの製造方法は、溶融ガラスからガラスブロックを成形し、前記ガラスブロックを加工して光学ガラス1または2よりなるプリフォームを作ることを特徴とするものである。

この方法において、溶融ガラスを鋳型に流し込んで上記光学ガラスからなるガラス成形体を成形し、このガラス成形体に機械加工を加えて所望重量のプリフォームとしてもよい。機械加工を加える前にガラスが破損しないよう、ガラスをアニールすることにより十分除歪処理を行うことが好ましい。

上記いずれの方法においても光学ガラス1、2が高い安定性を有するため、溶融状態のガラスを使用して失透、脈理、傷、割れなどの欠陥のない高品質なプリフォームを成形することができる。

10

【0027】

(光学素子およびその製造方法)

本発明の光学素子は、上記光学ガラス1または2よりなることを特徴とするものである。本発明によれば、前記光学ガラスが備える光学特性により各種光学素子を提供することができる。このような光学素子としては、球面レンズ、非球面レンズ、マイクロレンズなどの各種のレンズ、回折格子、回折格子付のレンズ、レンズアレイ、プリズムなどを例示することができる。

なお、この光学素子には必要に応じて、反射防止膜、全反射膜、部分反射膜、分光特性を有する膜などの光学薄膜を設けることもできる。

20

【0028】

次に本発明の光学素子の製造方法について説明する。

第1の光学素子の製造方法は、上記プリフォームを加熱し、精密プレス成形することを特徴とするものである。

第2の光学素子の製造方法は、上記製造方法により作製されたプリフォームを加熱し、精密プレス成形することを特徴とするものである。

【0029】

上記精密プレス成形はモールドオプティクス成形とも呼ばれ、当該技術分野において周知の方法である。光学素子の光線を透過したり、屈折させたり、回折させたり、反射させたりする面を光学機能面（レンズを例にとると非球面レンズの非球面や球面レンズの球面などのレンズ面が光学機能面に相当する。）というが、精密プレス成形によればプレス成形型の成形面を精密にガラスに転写することにより、プレス成形で光学機能面を形成することができ、光学機能面を仕上げるために研削や研磨などの機械加工を加える必要がない。

30

したがって、本発明の方法は、レンズ、レンズアレイ、回折格子、プリズムなどの光学素子の製造に好適であり、特に非球面レンズを高生産性のもとに製造する際に最適である。

【0030】

上記光学素子の製造方法によれば、いずれも上記光学特性を有する光学素子を作製できるとともに、ガラスの転移温度（T_g）が低く、プレス成形温度を低くできるので、プレス成形型の成形面へのダメージが軽減され、成形型の寿命を延ばすことができる。またプリフォームを構成するガラスが高い安定性を有するので、再加熱、プレス工程においてもガラスの失透を効果的に防止することができる。さらに、ガラス溶解から最終製品を得る一連の工程を高生産性のもとに行うことができる。

40

【0031】

精密プレス成形に使用するプレス成形型としては公知のもの、例えば炭化珪素、ジルコニア、アルミナなどの耐熱性セラミックスの型材の成形面に離型膜を設けたものを使用することができるが、中でも炭化珪素製のプレス成形型が好ましい。離型膜としては炭素含有膜などを使用することができる。耐久性、コストの面から特にカーボン膜が好ましい。

精密プレス成形では、プレス成形型の成形面を良好な状態に保つため成形時の雰囲気を

50

非酸化性ガスにすることが望ましい。非酸化性ガスとしては窒素、窒素と水素の混合ガスなどが好ましい。

【0032】

次に本発明の光学素子の製造方法の2つの態様について説明する。

(精密プレス成形1)

この方法は、プレス成形型とプリフォームと共に加熱し、前記成形型によりプリフォームをプレスすることを特徴とするものである（精密プレス成形1という）。

精密プレス成形1において、プレス成形型と前記プリフォームの温度をともに、プリフォームを構成するガラスが $10^6 \sim 10^{12}$ dPa・sの粘度を示す温度に加熱して精密プレス成形を行うことが好ましい。
10

また前記ガラスが 10^{12} dPa・s以上、より好ましくは 10^{14} dPa・s以上、さらに好ましくは 10^{16} dPa・s以上の粘度を示す温度にまで冷却してから精密プレス成形品をプレス成形型から取り出すことが望ましい。

【0033】

上記の条件により、プレス成形型成形面の形状をガラスにより精密に転写することができるとともに、精密プレス成形品を変形することなく取り出すこともできる。

(精密プレス成形2)

この方法は、予熱されたプレス成形型に、前記成形型と別に予熱されたプリフォームを導入して精密プレス成形することを特徴とするというものである（精密プレス成形法2という）。

この方法によれば、前記プリフォームをプレス成形型に導入する前に予め加熱するので、サイクルタイムを短縮化しつつ、表面欠陥のない良好な面精度の光学素子を製造することができる。
20

なおプレス成形型の予熱温度をプリフォームの予熱温度よりも低く設定することが好ましい。このようにプレス成形型の予熱温度を低くすることにより、前記型の消耗を低減することができる。

精密プレス成形法2において、前記プリフォームを構成するガラスが 10^9 dPa・s以下、より好ましくは $10^6 \sim 10^9$ dPa・sの粘度を示す温度にプレス成形型を予熱することが好ましい。

【0034】

また、前記プリフォームを浮上しながら予熱することが好ましく、さらに前記プリフォームを構成するガラスが $10^{5.5} \sim 10^9$ dPa・s、より好ましくは $10^{5.5}$ dPa・s以上 10^9 dPa・s未満の粘度を示す温度に予熱することがさらに好ましい。

またプレス開始と同時に又はプレスの途中からガラスの冷却を開始することが好ましい。

なおプレス成形型の温度は、前記プリフォームの予熱温度よりも低い温度に調温せざるが、前記ガラスが $10^9 \sim 10^{12}$ dPa・sの粘度を示す温度を目安にすればよい。

この方法において、プレス成形後、前記ガラスの粘度が 10^{12} dPa・s以上にまで冷却してから離型することが好ましい。

精密プレス成形された光学素子はプレス成形型より取り出され、必要に応じて徐冷される。成形品がレンズなどの光学素子の場合には、必要に応じて表面に光学薄膜をコートしてもよい。
40

【実施例】

【0035】

次に、本発明を実施例により、さらに詳細に説明するが、本発明は、この例によってなんら限定されるものではない。

実施例

(1) 表1～表3に各ガラスの組成、屈折率(n d)、アッベ数(v d)、転移温度(T g)、屈伏点(T s)を示す。いずれのガラスとも各成分の原料として各々相当する酸化物、水酸化物、炭酸塩、及び硝酸塩などを使用し、ガラス化した後に表1～表3に示す組成となるように前記原料を秤量し、十分混合した後、白金坩堝に投入して電気炉で120
50

0～1250℃の温度範囲で攪拌しながら大気中で2～4時間かけて加熱溶解する。均質化、清澄されたガラス融液を40×70×15mmのカーボン製金型に鋳込む。鋳込んだガラスを転移温度まで放冷してから直ちにアニール炉に入れ、転移温度付近で1時間アニールし、アニール炉内で室温まで徐冷して各光学ガラスを得た。得られた各ガラスを顕微鏡によって拡大観察したところ、結晶の析出や原料の溶け残りは認められなかった。

【0036】

得られた光学ガラスについて、屈折率(n_d)、アッペ数(v_d)、転移温度(T_g)、屈伏点(T_s)を、以下のようにして測定した。

(1) 屈折率(n_d)及びアッペ数(v_d)

徐冷降温速度を-30℃/時にして得られた光学ガラスについて測定した。

10

(2) ガラス転移温度(T_g)、屈伏点(T_s)

理学電機株式会社の熱機械分析装置により昇温速度を4℃/分にして測定した。

いずれのガラスも優れた低温軟化性、溶解性を示し、精密プレス成形用光学ガラスとして好適なものであった。

【0037】

【表1】

表1

		実験 No.					
		1	2	3	4	5	6
組成 (重量%)	B_2O_3	18.35	18.56	18.93	19.01	17.82	18.76
	La_2O_3	31.06	24.03	28.28	32.17	31.50	31.75
	Gd_2O_3	6.10	14.39	6.29	6.32	6.19	6.23
	ZnO	19.17	19.39	19.78	17.96	19.44	19.60
	WO_3	15.60	15.78	16.10	16.16	15.82	15.95
	Ta_2O_5	4.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Nb_2O_5	2.98	6.03	6.15	6.18	6.05	3.05
	TiO_2	1.79	1.81	1.85	1.86	1.82	1.83
	Li_2O	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00
	SiO_2	0.00	0.00	0.00	0.00	1.37	0.00
	ZrO_2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.83
	Yb_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	合計	100	100	100	100	100	100
物性	T_g (℃)	567	569	569	559	569	567
	T_s (℃)	607	609	609	599	609	607
	n_d	1.8599	1.8595	1.8593	1.8587	1.8583	1.8579
	v_d	36.0	35.4	35.4	35.5	35.2	36.6

20

30

40

【0038】

【表2】

表2

		実験 No.					
		7	8	9	10	11	12
組成 (重量%)	B ₂ O ₃	18.81	18.45	19.30	18.96	16.93	16.47
	La ₂ O ₃	31.83	18.37	32.68	23.44	31.32	27.41
	Gd ₂ O ₃	6.25	20.44	6.42	18.63	6.15	11.43
	ZnO	19.64	19.27	16.32	17.56	19.33	14.55
	WO ₃	10.66	15.68	16.41	14.30	15.73	14.63
	Ta ₂ O ₅	5.08	0.00	0.00	0.00	0.00	13.94
	Nb ₂ O ₅	3.06	5.99	6.27	5.46	6.01	0.00
	TiO ₂	1.84	1.80	1.89	1.64	1.81	0.00
	Li ₂ O	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00	0.31
	SiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	2.72	1.26
	ZrO ₂	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Yb ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合計		100	100	100	100	100	100
物性	Tg (°C)	567	571	551	572	571	583
	Ts (°C)	607	611	591	612	611	6.30
	n d	1.8579	1.8577	1.8555	1.8551	1.8547	1.8543
	v d	37.4	35.6	35.8	36.2	35.2	37.7

10

20

30

【0039】

【表3】

表3

		実験 No.				
		13	14	15	16	17
組成 (重量%)	B ₂ O ₃	19.61	20.15	20.39	20.51	20.27
	La ₂ O ₃	33.20	30.79	31.16	31.35	30.97
	Gd ₂ O ₃	6.52	4.28	8.67	10.90	6.46
	ZnO	14.63	20.19	20.43	20.55	20.31
	WO ₃	16.68	16.43	11.09	8.37	13.77
	Ta ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Nb ₂ O ₅	6.37	6.28	6.36	6.39	6.32
	TiO ₂	1.92	1.89	1.91	1.92	1.90
	Li ₂ O	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00
	SiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ZrO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Yb ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合計		100	100	100	100	100
物性	Tg (°C)	543	567	570	572	569
	Ts (°C)	583	607	612	612	609
	nd	1.8523	1.8493	1.8483	1.8468	1.8463
	νd	36.1	35.3	36.6	37.4	36.0

10

20

30

【0040】

(2) 次に上記各ガラスに相当する清澄、均質化した溶融ガラスを、ガラスが失透することなく、安定した流出が可能な温度域に温度調整された白金合金製のパイプから一定流量で流出し、滴下又は降下切断法にて目的とするプリフォームの重量の溶融ガラス塊を分離し、溶融ガラス塊をガス噴出口を底部に有する受け型に受け、ガス噴出口からガスを噴出してガラス塊を浮上しながらプレス成形用プリフォームを成形した。溶融ガラスの分離間隔を調整、設定することにより球状プリフォームや扁平球状のプリフォームを得る。プリフォームの重量は設定値に精密に一致しており、いずれも表面が滑らかなものであった。

プリフォームの別の作製法としては、溶融ガラスを鋳型に鋳込んで板状ガラスに成形し、アニールした後、切断、表面を研削、研磨して全表面が滑らかなプリフォームとする方法もある。

【0041】

(3) 上記のようにして得た全表面は溶融状態のガラスが固化して形成されたものであるプリフォームや表面を研磨したプリフォームを、図1に示す精密プレス成形装置を用いて精密プレス成形して非球面レンズを得た。具体的にはプリフォーム4をプレス成形型を構成する下型2及び上型1の間に設置した後、石英管11内を窒素雰囲気としてヒーター12に通電して石英管11内を加熱した。プレス成形型内部の温度を成形されるガラスが $10^8 \sim 10^{10}$ dPa·sの粘度を示す温度に設定し、同温度を維持しつつ、押し棒13を降下させて上型1を押して成形型内にセットされたプリフォーム4をプレスした。プレ

40

50

スの圧力は 8 MPa、プレス時間は 30 秒とした。プレスの後、プレスの圧力を解除し、プレス成形されたガラス成形品を下型 2 及び上型 1 と接触させたままの状態で前記ガラスの粘度が 10^{12} dPa・s 以上になる温度まで徐冷し、次いで室温まで急冷してガラス成形品を成形型から取り出し非球面レンズを得た。得られた非球面レンズは、極めて高い面精度を有するレンズであった。なお、図 1において、符号 3 は案内型、9 は支持棒、10 は支持台、14 は熱伝対である。

精密プレス成形により得られた非球面レンズには必要に応じて反射防止膜を設けてよい。

【0042】

次に同様のプリフォームを別の方法で精密プレス成形した。この方法では、浮上しながらプリフォームを構成するガラスの粘度が 10^8 dPa・s になる温度にプリフォームを予熱する。一方で上型、下型、胴型を備えるプレス成形型を加熱し、前記ガラスが 10^9 ~ 10^{12} dPa・s の粘度を示す温度にし、予熱したプリフォームをプレス成形型のキャビティ内に導入して精密プレス成形する。プレスの圧力は 10 MPa とした。プレス開始とともにガラスとプレス成形型の冷却を開始し、成形されたガラスの粘度が 10^{12} dPa・s 以上となるまで冷却した後、成形品を離型して非球面レンズを得た。得られた非球面レンズは、極めて高い面精度を有するレンズであった。

精密プレス成形により得られた非球面レンズには必要に応じて反射防止膜を設けてよい。

このようにして、耐候性に優れた内部品質の高いガラス製光学素子を生産性よく、しかも高精度に得ることができた。

【産業上の利用可能性】

【0043】

本発明の光学ガラスは、屈折率 (n_d) が 1.82 を超え 1.86 以下、アッペ数 (v_d) が 30 ~ 39.5、精密プレス成形が可能な低温軟化性を有しており、この光学ガラスからなる本発明の光学素子は、例えば球面レンズ、非球面レンズ、マイクロレンズなどの各種のレンズ、回折格子、回折格子付きのレンズ、レンズアレイ、プリズムなどとして用いられる。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図 1】実施例で使用した精密プレス成形装置の 1 例の概略断面図である。

【符号の説明】

【0045】

- 1 上型
- 2 下型
- 3 案内型（胴型）
- 4 プリフォーム
- 9 支持棒
- 10 支持台
- 11 石英管
- 12 ヒーター
- 13 押し棒
- 14 熱伝対

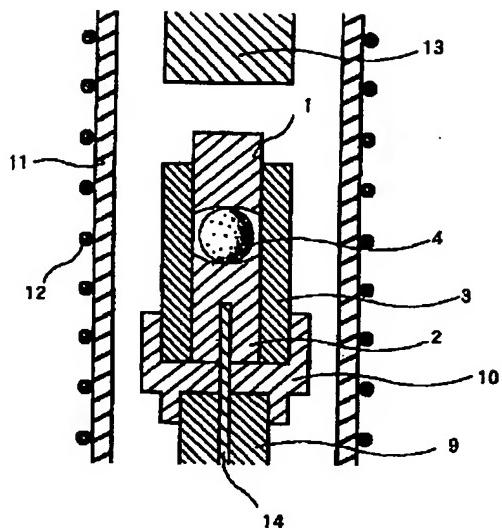
10

20

30

40

【図1】



【手続補正書】

【提出日】平成17年3月1日(2005.3.1)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

必須成分として B_2O_5 、 La_2O_5 、 Gd_2O_3 および ZnO を、任意成分として Li_2O 、 SiO_2 (ただし、 Li_2O を含む場合には、 SiO_2 の含有量は 2 重量%未満) を含み、屈折率 (n_d) が 1.82 を超え 1.86 以下、アッペ数 (v_d) が 30 ~ 39.5 であり、かつガラス転移温度 (T_g) が 630 ℃以下であることを特徴とする光学ガラス。

【請求項2】

重量%表示で、

B_2O_3	14 ~ 30 %、
----------	------------

La_2O_3	10 ~ 40 %、
-----------	------------

Gd_2O_3	1 ~ 30 %、
-----------	-----------

ZnO	6 ~ 26 %、
-------	-----------

WO_3	0 ~ 20 %、
--------	-----------

Ta_2O_5	0 ~ 20 %、
-----------	-----------

Nb_2O_5	0 ~ 10 %、
-----------	-----------

TiO_2	0 ~ 8 %、
---------	----------

SiO_2	0 ~ 10 %、
---------	-----------

(ただし、 Li_2O の含有量が 0 % 超の場合には、 SiO_2 の含有量は 2 %未満)、

Li_2O	0 ~ 5 %、
Na_2O	0 ~ 5 %、
K_2O	0 ~ 5 %、
MgO	0 ~ 5 %、
CaO	0 ~ 5 %、
SrO	0 ~ 5 %、
BaO	0 ~ 5 %、
Y_2O_3	0 ~ 10 %、
Yb_2O_3	0 ~ 10 %、
ZrO_2	0 ~ 10 %、
Bi_2O_3	0 ~ 10 %、
Sb_2O_3	0 ~ 1 %、

を含み、屈折率 (n_d) が 1.82 を超え 1.86 以下、アッベ数 (v_d) が 30 ~ 39.5 であり、かつガラス転移温度 (T_g) が 630 °C 以下であることを特徴とする光学ガラス。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の光学ガラスよりなる精密プレス成形用プリフォーム。

【請求項 4】

パイプより流出する溶融ガラスから所定重量の溶融ガラス塊を分離し、前記ガラス塊を成形して請求項 1 または 2 に記載の光学ガラスよりなるプリフォームを作製することを特徴とする精密プレス成形用プリフォームの製造方法。

【請求項 5】

溶融ガラスからガラスブロックを成形し、前記ガラスブロックを加工して請求項 1 または 2 に記載の光学ガラスよりなるプリフォームを作製することを特徴とする精密プレス成形用プリフォームの製造方法。

【請求項 6】

請求項 1 または 2 に記載の光学ガラスよりなる光学素子。

【請求項 7】

請求項 3 に記載のプリフォームを加熱し、精密プレス成形することを特徴とする光学素子の製造方法。

【請求項 8】

請求項 4 または 5 に記載の製造方法により作製されたプリフォームを加熱し、精密プレス成形することを特徴とする光学素子の製造方法。

【請求項 9】

プレス成形型とプリフォームを共に加熱し、前記成形型によりプリフォームをプレスする請求項 7 または 8 に記載の光学素子の製造方法。

【請求項 10】

予熱されたプレス成形型に、前記成形型と別に予熱されたプリフォームを導入して精密プレス成形することを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の光学素子の製造方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0007】

すなわち、本発明は、

(1) 必須成分として B_2O_5 、 La_2O_5 、 Gd_2O_3 および ZnO を、任意成分として Li_2O 、 SiO_2 (ただし、 Li_2O を含む場合には、 SiO_2 の含有量は 2 重量 % 未満) を含み、屈折率 (n_d) が 1.82 を超え 1.86 以下、アッベ数 (v_d) が 30 ~ 39.5 であり、かつガラス転移温度 (T_g) が 630 °C 以下であることを特徴とする光学ガラス

(以下、光学ガラス1と称す。)、

(2) 重量%表示で、

B ₂ O ₃	14～30%
L _a ₂ O ₃	10～40%
Gd ₂ O ₃	1～30%
ZnO	6～26%
WO ₃	0～20%
Ta ₂ O ₅	0～20%
Nb ₂ O ₅	0～10%
TiO ₂	0～8%
SiO ₂	0～10%

(ただし、Li₂Oの含有量が0%超の場合には、SiO₂の含有量は2%未満)、

Li ₂ O	0～5%
Na ₂ O	0～5%
K ₂ O	0～5%
MgO	0～5%
CaO	0～5%
SrO	0～5%
BaO	0～5%
Y ₂ O ₃	0～10%
Yb ₂ O ₃	0～10%
ZrO ₂	0～10%
Bi ₂ O ₃	0～10%
Sb ₂ O ₃	0～1%

を含み、屈折率(n_d)が1.82を超える1.86以下、アッベ数(v_d)が30～39.5であり、かつガラス転移温度(T_g)が630℃以下であることを特徴とする光学ガラス(以下、光学ガラス2と称す。)、

(3) 上記(1)または(2)項に記載の光学ガラスよりなる精密プレス成形用プリフォーム、

(4) パイプより流出する溶融ガラスから所定重量の溶融ガラス塊を分離し、前記ガラス塊を成形して上記(1)または(2)項に記載の光学ガラスよりなるプリフォームを作製することを特徴とする精密プレス成形用プリフォームの製造方法、

(5) 溶融ガラスからガラスブロックを成形し、前記ガラスブロックを加工して上記(1)または(2)項に記載の光学ガラスよりなるプリフォームを作製することを特徴とする精密プレス成形用プリフォームの製造方法、

(6) 上記(1)または(2)項に記載の光学ガラスよりなる光学素子、

(7) 上記(3)項に記載のプリフォームを加熱し、精密プレス成形することを特徴とする光学素子の製造方法、

(8) 上記(4)または(5)項に記載の製造方法により作製されたプリフォームを加熱し、精密プレス成形することを特徴とする光学素子の製造方法、

(9) プレス成形型とプリフォームと共に加熱し、前記成形型によりプリフォームをプレスする上記(7)または(8)項に記載の光学素子の製造方法、および

(10) 予熱されたプレス成形型に、前記成形型と別に予熱されたプリフォームを導入して精密プレス成形する上記(7)または(8)項に記載の光学素子の製造方法、を提供するものである。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0038】

【表2】

表2

		実験 No.					
		7	8	9	10	11	12
組成 (重量%)	B ₂ O ₃	18.81	18.45	19.30	18.96	16.93	16.47
	La ₂ O ₃	31.83	18.37	32.68	23.44	31.32	27.41
	Gd ₂ O ₃	6.25	20.44	6.42	18.63	6.15	11.43
	ZnO	19.64	19.27	16.32	17.56	19.33	14.55
	WO ₃	10.66	15.68	16.41	14.30	15.73	14.63
	Ta ₂ O ₅	5.08	0.00	0.00	0.00	0.00	13.94
	Nb ₂ O ₅	3.06	5.99	6.27	5.46	6.01	0.00
	TiO ₂	1.84	1.80	1.89	1.64	1.81	0.00
	Li ₂ O	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00	0.31
	SiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	2.72	1.26
	ZrO ₂	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Yb ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合計		100	100	100	100	100	100
物性	Tg (℃)	567	571	551	572	571	583
	Ts (℃)	607	611	591	612	611	630
	nd	1.8579	1.8577	1.8555	1.8551	1.8547	1.8543
	vd	37.4	35.6	35.8	36.2	35.2	37.7

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0040

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0040】

(2) 次に上記各ガラスに相当する清澄、均質化した溶融ガラスを、ガラスが失透することなく、安定した流出が可能な温度域に温度調整された白金合金製のパイプから一定流量で流出し、滴下又は降下切断法にて目的とするプリフォームの重量の溶融ガラス塊を分離し、溶融ガラス塊をガス噴出口を底部に有する受け型に受け、ガス噴出口からガスを噴出してガラス塊を浮上しながらプレス成形用プリフォームを成形した。溶融ガラスの分離間隔を調整、設定することにより球状プリフォームや扁平球状のプリフォームを得る。プリフォームの重量は設定値に精密に一致しており、いずれも表面が滑らかなものであった。

また、プリフォームの別の作製法として、溶融ガラスを鋳型に鋳込んで板状ガラスに成形し、アニールした後、切断、表面を研削、研磨して全表面が滑らかなプリフォームとする方法を用いた。

フロントページの続き

F ターム(参考) 4G062 AA04 BB01 BB08 CC01 DAO1 DA02 DA03 DBO1 DC04 DD01
DE03 DE04 DF01 EA01 EA02 EA03 EA10 EBO1 EB02 EB03
EC01 EC02 EC03 ED01 ED02 ED03 EE01 EE02 EE03 EF01
EF02 EF03 EG01 EG02 EG03 FA01 FB01 FB02 FB03 FC01
FC02 FC03 FD01 FD02 FD03 FE01 FF01 FG01 FG02 FG03
FH01 FH02 FH03 FH04 FJ01 FJ02 FJ03 FK04 FK05 FL01
GA01 GA02 GA03 GA10 GB01 GC01 GD01 GE01 HH01 HH03
HH05 HH06 HH07 HH08 HH09 HH11 HH13 HH15 HH17 HH20
JJ01 JJ03 JJ04 JJ05 JJ07 JJ10 KK01 KK04 KK05 KK07
KK08 MM02 NN01 NN02 NN32